

Análisis de variables climatológicas de la estación meteorológica de Encarnación.  
Analysis of climatological variables of the meteorological station in Encarnación city

Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico

Berestovoy Mazurek, Verónica Belén <sup>1</sup> 

<https://orcid.org/0000-0003-1201-6598>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Itapúa. Dirección de Investigación y Ambiente. Facultad de Ciencias y Tecnología Encarnación, Paraguay, [vero.beres@gmail.com](mailto:vero.beres@gmail.com)

## Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de describir el comportamiento de las variables climáticas de la estación meteorológica de la ciudad de Encarnación, a fin de comprobar la existencia de cambios en las variables climáticas en los últimos años. Se utilizó la estadística descriptiva y se concluyó que los años con más registros de tormentas eléctricas pertenecen a la última década; además el mes que registra mayor cantidad de días con tormentas eléctricas es octubre. En cuanto a la velocidad del viento, se observa un aumento de frecuencia de los valores más altos en los últimos años, así también la temperatura máxima y la temperatura mínima registra valores más cálidos últimamente; en cuanto a la temperatura media y precipitación, se observa una tendencia similar en los años analizados.

**Palabras Claves:** variables climatológicas, estación meteorológica, estadística descriptiva

## Abstract

This work was carried out with the objective of describing the behavior of the climatic variables of the meteorological station of the city of Encarnación, in order to verify the existence of changes in the climatic variables in recent years. Descriptive statistics were used and it was concluded that the years with the most records of electrical storms belong to the last decade; Furthermore, the month with the highest number of days with thunderstorms is October. Regarding the wind speed, an increase in the frequency of the highest values in recent years is observed, as well as the maximum temperature and the minimum temperature register warmer values lately; Regarding the mean temperature and precipitation, a similar trend is observed in the years analyzed.

**Keywords:** climatological variables, meteorological station, descriptive statistics.

Área del conocimiento: Ciencias Naturales, Física y Matemáticas

Correo de Correspondencia: [vero.beres@gmail.com](mailto:vero.beres@gmail.com)

Conflictos de Interés: La autora declara no tener conflictos de intereses

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY

Fecha de recepción: 14/04/2020

Fecha de Aprobación: 27/08/2020

Página Web: <http://publicaciones.uni.edu.py/index.php/rseisa>

Citación recomendada: Berestovoy Azurek, V. B. (2020). Análisis de variables climatológicas de la estación meteorológica de Encarnación. Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación), 14(14): 11-15

## Introducción

Conocer el comportamiento del clima en una zona nos permite tomar decisiones acertadas en diferentes sectores como la agricultura, la urbanización, la hidrología, navegación, etc. Todas las actividades desarrolladas se ven afectadas directa o indirectamente por el clima; y hoy en día, cada región se ve alterada de manera diferente por los eventos extremos, de esta manera es importante estudiar las variables climatológicas a lo largo del tiempo para conocer el clima de cada zona y mitigar cualquier riesgo relacionado a estos eventos extremos.

El clima es el resultado de factores y condiciones ambientales que operan en diferentes escalas, de tal manera que es posible hablar de clima local, clima regional y clima global. El clima local hace referencia a las condiciones atmosféricas predominantes. Las mediciones de variables climatológicas (temperatura y humedad del aire, precipitación, vientos, entre otras) tienen incorporadas las tres señales, esto es, lo global, lo regional y lo local. El cambio en estas variables está controlado por procesos en las tres escalas y su interacción; aunque el aislamiento de una de ellas es una tarea difícil, el conocimiento acerca de cómo actúa cada escala es de gran valor para las decisiones locales sobre mitigación y adaptación al cambio climático en general (Rodríguez, Pabón, Bernal, & Martínez, 2010).

Las observaciones meteorológicas se realizan por diversas razones, pueden ser utilizadas para la preparación en tiempo real de análisis meteorológicos, predicciones y avisos de tiempo severo, para el estudio del clima, para las operaciones locales sensibles a las condiciones meteorológicas, para la hidrología, sector agrícola, y con fines de investigación meteorológica y climatológica Organización Mundial de Meteorología (OMM, 2014).

El estudio de las diferentes variables climáticas que caracterizan una región permite la elaboración de planes de seguimiento y monitoreo que pueden ser útiles en la toma de decisiones sobre los diferentes planes de desarrollo de una región determinada (Bustamante, Paéz, Espitia, & Cárdenas, 2013).

La temperatura en el Paraguay presenta tendencias positivas tanto en sus valores medios así como en las temperaturas máximas, principalmente en la región Oriental; en cuanto a la precipitación, también presenta cambios importantes observándose cada vez con mayor frecuencia días con precipitación elevadas, que en muchos casos, dejan anegadas ciudades, pueblos o barrios y pese a las tendencias positivas de la precipitación anual se ha observado que ésta no se distribuye en el tiempo de una manera que sea más aprovechable principalmente en el sector agrícola (Pastén, 2007).

La ciudad de Encarnación, capital del departamento de Itapúa del Paraguay, ha sufrido una transformación urbana en los últimos años. Esta transformación ha recibido el singular impacto del proyecto hidroeléctrico Yacyretá y sus obras complementarias de reposición de

infraestructura: conjuntos habitacionales, nuevas áreas comerciales, tratamiento costero, playas, espacios públicos, etc., que han condensado un conjunto de acciones que derivaron en nuevos ordenamientos y objetivaciones territoriales sobre la trama del espacio urbano en su conjunto (Brites, 2016).

De esta manera, el presente estudio tiene como objetivo describir el comportamiento de las variables climáticas de la estación meteorológica de la ciudad de Encarnación, a fin de responder a la hipótesis relacionada a la existencia de cambios en las variables climáticas en los últimos años.

## Materiales y métodos

Las variables analizadas fueron:

- Días con tormenta eléctrica en día (septiembre de 1995 a diciembre de 2018)
- Dirección y velocidad de viento mayor diario en km/h (ocurrido en horario de observación)
- Humedad relativa diaria en %
- Precipitación total diaria en mm
- Temperatura media diaria en °C
- Temperatura máxima diaria en °C
- Temperatura mínima diaria en °C

Estas variables fueron obtenidas de la Dirección de Meteorología e Hidrología del Paraguay (DMH) de acuerdo a la estación meteorológica ubicada en Encarnación con el ID 86297.

El periodo analizado de datos con frecuencia diaria fue con desde 01/01/1970 al 31/12/2018 de todas las variables; a excepción de la variable “días con tormenta eléctrica” que fue analizada desde 10/09/1995 al 31/12/2018, esto debido a la disponibilidad de datos de la DMH. El tratamiento de datos fue realizado primero con un análisis de curva de doble masa para cada variable además de la determinación en porcentaje de datos faltantes que se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Porcentaje de datos faltantes de cada variable*

VARIABLES	Porcentaje faltante (%)
Días con tormentas	0.4
Viento	0
Temperatura media	1.8
Temperatura máxima	2
Temperatura mínima	2
Precipitación	1.8
Humedad relativa	12.5

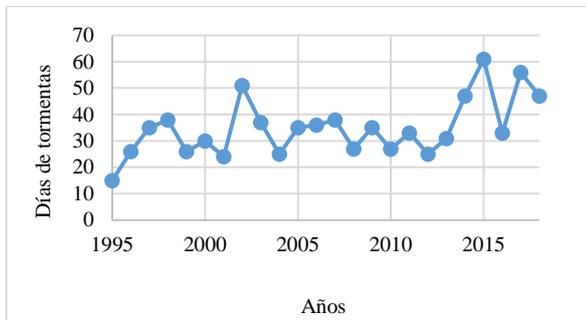
Cabe destacar que los porcentajes de datos faltantes de las variables no superan al 2%, a excepción de la humedad relativa que presenta 12.5% de datos faltantes; por lo tanto, esto puede rellenarse a través del método de interpolación lineal.

Se utilizó la estadística descriptiva para analizar cada variable. De todo el periodo de datos se obtuvo: el promedio de valores, el valor máximo registrado y el valor mínimo registrado. Luego se analizó el percentil 90 para cada variable. Los resultados se muestran en forma de gráficos.

**Resultados**

Analizando los datos obtenidos, se tienen 838 días con tormentas registradas. La mayor cantidad de casos registrados se da en el año 2015 y 2017 con 61 y 56 casos respectivamente; por otra parte, los años con menos casos registrados son el año 2001 con 24 casos y los años 2004 y 2012 con 25 casos. El promedio por año de casos de tormentas eléctricas registradas es de 35 casos como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1.**  
*Cantidad de días con tormentas eléctricas.*



Teniendo en cuenta la cantidad de casos que se presentan mensualmente, el mes de octubre es el mes que más veces presenta mayor cantidad de casos de tormenta desde 1996 al 2018.

En la tabla 2 se muestran los resultados estadísticos de las variables analizadas durante el periodo de tormentas con frecuencia diaria.

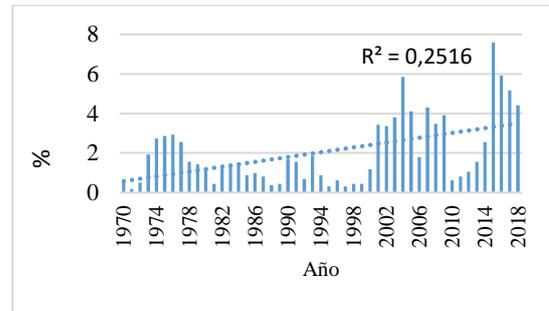
**Tabla 2.**  
*Resultados estadísticos de las variables durante el periodo de tormentas.*

Variables	Unidad	Promedio	Máximo	Mínimo
Viento	Km/h	20.5	92.7	0
Temperatura media	°C	21.19	28.6	8.3
Temperatura máxima	°C	26.27	38	13
Temperatura mínima	°C	18.66	27	0
Precipitación	mm	22	268	0
Humedad relativa media	%	85	99	41

Teniendo en cuenta el viento, la mayoría de los casos se registran con velocidades entre 12 a 28 km/h. Los vientos de 92.7 km/h se dan en los años 2000, 2005 y 2014; también se registran en los años 1970, 1979 y 1988.

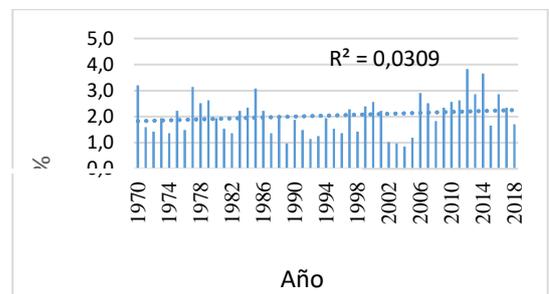
El 90% de los casos registra velocidades de viento menores a 24.1 km/h y se observa que los casos en los que la velocidad del viento supera ese valor tiende a aumentar en los últimos años como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.**  
*Porcentaje de casos de velocidad de viento mayores 24.1 km/h*



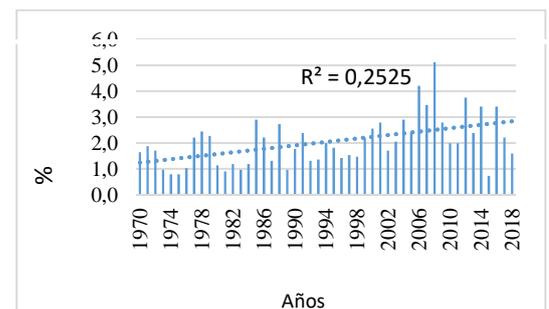
En cuanto a la temperatura media, el 90% de los casos es menor a 27.1°C y el promedio es de 21.1°C. El 10% de casos mayores a 27.1°C tiende a aumentar levemente en los años de estudio como se muestra en la figura 3.

**Figura 3.**  
*Porcentaje de casos con valores de temperatura media mayores al 27.1°C*



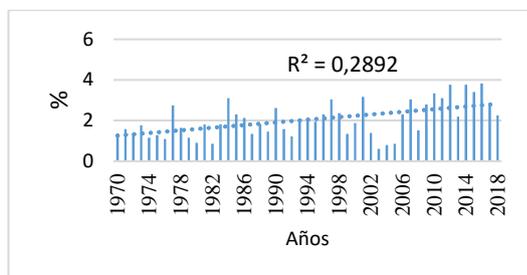
En cuanto a la temperatura máxima, el 90% de los casos son menores a 34.4°C, y los casos con temperaturas máximas a ese valor, tienden a aumentar en los últimos años como se muestra en la figura 4.

**Figura 4.**  
*Porcentaje de casos con valores de temperatura máxima mayores a 34.4°C*



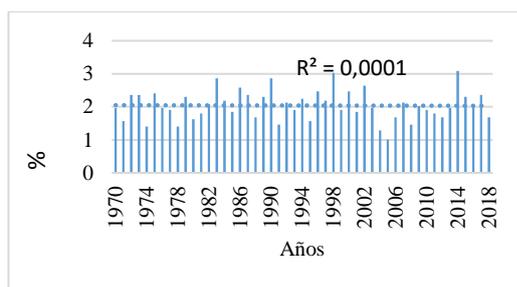
En lo que concierne a la temperatura mínima, el 90% de los casos son menores a 22°C, y los casos con temperaturas mínimas mayores a ese valor, tienden a aumentar en los últimos años como se muestra en la figura 5.

**Figura 5.**  
Porcentaje de casos con valores de temperatura mínima mayores al Percentil 22.



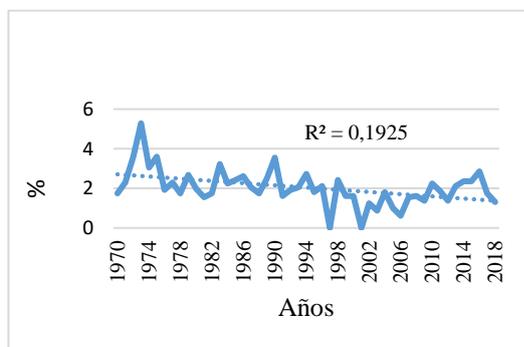
En lo que respecta a la precipitación, se observa una tendencia similar en los últimos años. El 90% de los valores son menores a 17 mm, los casos que superan este valor tienden a ser similares durante el periodo.

**Figura 6.**  
Porcentaje de casos con valores de precipitación mayores a 17 mm



Finalmente, en lo que respecta a la humedad relativa, el 90% de los casos presenta humedad relativa menor a 90% y los casos que superan este valor tienden a disminuir como se muestra en la figura 7.

**Figura 7.**  
Porcentaje de casos con valores de humedad relativa mayores al 90%.



### Conclusiones y discusiones

En general, se observa que los mayores años con números de tormentas eléctricas registrados corresponden a la última década. Así también, los

meses que presentan mayor cantidad de días con registro de tormentas eléctricas se dan en la época de primavera-verano, siendo octubre el mes con más frecuencia de casos.

También se concluye que los valores de velocidad del viento más altos tienden a aumentar en los últimos años al igual que los de temperatura máxima diaria. En cuanto a la precipitación, esta sigue una tendencia paralela en los años de estudio; por otra parte, la humedad relativa tiende a disminuir en los últimos años, sin embargo, se considera que esa variable debe volver a ser analizada por la cantidad de datos faltantes en la estación.

Las variables analizadas tienden a aumentar de valores en los últimos años, siendo la velocidad del viento mayor en los últimos años. Así también las temperaturas máximas han ido en aumento y las temperaturas mínimas son más cálidas.

Debido a que los fenómenos meteorológicos son muy puntuales, se recomienda el registro por hora de las variables, para esto se necesitaría mayor equipamiento y mayor cantidad de estaciones meteorológicas en la zona.

### Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Itapúa por su constante apoyo al desarrollo de la investigación científica

### Referencias Bibliográficas

- Brites, W. (2016). La ciudad de Encarnación, Paraguay. Intervención urbana a gran escala y nuevos procesos socio-espaciales. *Revista Latinoamericana de Comunicación* (130), 33-52. Obtenido de <https://revistachasqui.org/index.php/chasqui/article/view/2510/2652>
- Bustamante, Á., Paéz, A., Espitia, J., & Cárdenas, E. (2013). Análisis de datos meteorológicos para identificar y definir el clima en Yopal, Casanare. *Revista de Medicina Veterinaria*, 85-92. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n25/n25a08.pdf>
- CIIFEN. (2016). *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*. Obtenido de [http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=100&Itemid=3133&l#:~:text=La%20variabilidad%20clim%C3%A1tica%20se%20presenta,tiempo%20revisando%20datos%20clim%C3%A1ticos%20\(ej.](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=100&Itemid=3133&l#:~:text=La%20variabilidad%20clim%C3%A1tica%20se%20presenta,tiempo%20revisando%20datos%20clim%C3%A1ticos%20(ej.)

- Court, A., & Grifliths, J. (1982). In Thunderstorms: A Social, Scientific and Technological Documentary, Vol. 2: Thunderstorm Morphology and Dynamics. *Thunderstorm climatology*, 11-52.
- OMM. (2014). *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológica*. Obtenido de [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=3664](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3664)
- Pastén, M. (2007). *Análisis de eventos meteorológicos extremos en el Paraguay*. Obtenido de Facultad Politécnica. Universidad Nacional de Asunción: <http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/000317.pdf>
- Rodríguez, N., Pabón, J., Bernal, N., & Martínez, J. (2010). *Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos*. (U. N. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ed.) Obtenido de <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/cambio-climatico-y-su-relacion-con-el-uso-del-suelo-en-los-andes-colombianos.pdf>
- WMO. (1953). *World Distribution of Thunderstorm Days*. Geneva: World Meteorological Organization.